

PEMBUATAN PROTOTIPE PINTU OTOMATIS SATU ARAH BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 8535 MENGUNAKAN DOUBLE IR

Hendra Maryanto
hendra_pippo@yahoo.co.id

Abstrak : Pintu merupakan sebuah media yang digunakan sebagai jalan untuk masuk atau keluar dari ruangan. Untuk mempermudah suatu pekerjaan dibutuhkan suatu alat yang efektif dan efisien. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sebuah prototipe pintu otomatis satu arah.

Sebuah prototipe pintu otomatis satu arah telah dibuat. Secara umum prototipe pintu otomatis satu arah ini dirancang menggunakan sensor PIR, mikrokontroler ATmega 8535, IC L293D dan motor DC. Mikrokontroler menerima input dari sensor PIR, kemudian mikrokontroler memberikan output kepada IC L293D. Selanjutnya keluaran dari IC L293D masuk ke motor DC yang berfungsi untuk membuka dan menutup pintu. Prototipe pintu otomatis satu arah ini dapat memberikan kemudahan untuk membuka dan menutup pintu sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga.

Dapat disimpulkan bahwa prototipe pintu otomatis satu arah ini dapat digunakan sebagai dasar jika seseorang ingin membuat pintu otomatis satu arah yang sebenarnya.

Mikrokontroler ATmega 8535, sensor PIR, IC L293D, motor DC.

1.A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin pesat, kebutuhan akan efektifitas dan efisiensi sangat diutamakan dalam berbagi bidang. Hal tersebut telah mendorong manusia untuk berkreasi dan berinovasi dalam bidang teknologi untuk menciptakan suatu alat yang lebih efektif dan efisien.

Perkembangan teknologi saat ini dapat dilihat sudah banyak alat yang diciptakan supaya memberikan kemudahan pada masyarakat dalam melaksanakan pekerjaan. Contohnya untuk membuka dan menutup pintu yang ukurannya besar jika dilakukan secara manual maka akan memakan waktu dan tenaga yang banyak. Dalam hal ini akan dibuat alat yang dapat digunakan agar pintu dapat membuka dan menutup sendiri secara otomatis.

Penggunaan sensor *Passive Infra Red* (PIR) sebagai sensor dengan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pemroses dan motor dc sebagai penggerak dalam aplikasi sistem pintu otomatis, aplikasi ini mampu membuka dan menutup pintu secara otomatis.

1.b Rumusan Masalah

Bagaimana cara membuat aplikasi pintu otomatis satu arah berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan double IR.

1.c. Batasan Masalah

1. Prototipe pintu otomatis berlaku untuk satu arah saja.
2. Untuk membuka dan menutup pintu dapat dilakukan oleh satu orang atau beberapa orang secara bersamaan.

3. Pintu dapat terbuka setelah sensor pertama aktif kemudian bisa tertutup kembali setelah sensor kedua aktif.

1.d. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan prototipe pintu otomatis satu arah berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan double IR.

1.e. Manfaat Penelitian

- a. Sebagai model untuk dikembangkan menjadi alat yang sesungguhnya. Sebagai contoh untuk pintu supermarket.

2.a Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroler AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan keluarga AT86RFxx. (Wardhana, 2006)

2.b Sensor Passive InfraRed (PIR)

PIR atau Passive Infra Red merupakan sebuah sensor yang biasa digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia. Proses kerja sensor ini dilakukan dengan mendeteksi adanya radiasi panas tubuh manusia yang diubah menjadi perubahan tegangan.

Sensor PIR (*Passive Infra Red*) dapat mendeteksi sampai dengan jarak 5m. PIR sensor mempunyai dua elemen *sensing* yang terhubung dengan masukan. Jika ada sumber panas yang lewat di depan sensor tersebut, maka sensor akan mengaktifkan sel pertama dan sel kedua sehingga akan menghasilkan bentuk gelombang. Sinyal yang dihasilkan sensor PIR mempunyai frekuensi yang rendah yaitu antara 0,2 – 5 Hz.(digilib.polsri.ac.id)

2.c Motor DC

Motor DC adalah suatu motor penggerak yang dikendalikan dengan arus searah (DC). Bagian motor DC yang paling penting adalah *rotor* dan *stator*, yang termasuk *stator* adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Bagian *rotor* adalah bagian yang berputar dari motor DC, yang termasuk *rotor* ialah lilitan jangkar, jangkar, *komutator*, tali, *isolator*, poros, bantalan dan kipas. (Heryanto dan Adi, 2008)

Driver motor digunakan untuk menggerakkan motor DC menggunakan mikrokontroler. Arus yang mampu diterima atau yang dikeluarkan oleh mikrokontroler sangat kecil (dalam satuan miliampere) sehingga agar mikrokontroler dapat menggerakkan motor DC diperlukan suatu rangkaian *driver* motor yang mampu mengalirkan arus sampai dengan beberapa ampere.

Rangkaian *driver* motor DC dapat berupa rangkaian transistor, *relay*, atau IC (*Integrated Circuit*). Rangkaian *driver* yang umum digunakan adalah dengan IC L293D.

2.d Komponen Pendukung

1. Resistor. Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian.
2. Kapasitor. Kapasitor adalah alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator sering disebut kapasitor ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C) (www.wikipedia/kapasitor.html,2009).
3. Dioda
Dioda adalah komponen elektronika yang paling sederhana dari keluarga semikonduktor, dari simbolnya menunjukkan arah arus dan ini merupakan sifat dioda, bahwa dioda hanya mengalirkan arus pada satu arah atau arah maju (*forward*) sedangkan pada arah sebaliknya (*reverse*) arus tidak mengalir, arus hanya

mengalir dari kutub Anoda ke kutub Katoda. Jenis – jenis dari dioda diantaranya : Dioda Zener, LED, Infrared, Photodioda dan sebagainya. LED (*Light Emitting Diode*), yaitu Dioda yang dapat memancarkan sinar, bisa digunakan sebagai lampu indikator dengan kelebihan yaitu umur aktifnya sangat lama jika dibandingkan dengan lampu pijar (<http://n8n.co.cc>, 2009).

2.e Software Pemrograman dan Software Downloader

Bahasa C merupakan salah satu bahasa yang cukup populer dan handal untuk pemrograman mikrokontroler. Dalam melakukan pemrograman mikrokontroler diperlukan suatu *software* pemrograman, salah satunya yang mendukung bahasa C adalah *Code Vision AVR* (CAVR). CAVR hanya dapat digunakan pada mikrokontroler keluarga AVR. CAVR selain dapat digunakan sebagai *software* pemrograman juga dapat digunakan sebagai *software downloader*. *Software downloader* akan *download*-kan file berekstensi “.hex” ke mikrokontroler. (Averroes, 2009)

2.f Software Menggambar Rangkaian

Dalam menggambar rangkaian dibutuhkan sebuah *software*. *Software* yang digunakan adalah *Protues 7 Professional*. *Proteus* adalah sebuah *software* untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi *pspice* pada level skematik sebelum rangkaian skematik diupgrade ke PCB sehingga sebelum PCBnya dicetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak sudah benar atau tidak. *Proteus* mengkombinasikan program *ISIS* untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program *ARES* untuk membuat layout PCB dari skematik yang kita buat. Pengalaman saya menggunakan *Proteus* ini, *software* ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroler. *Proteus* juga bagus untuk belajar elektronika seperti dasar – dasar elektronika sampai pada aplikasi mikrokontroler. *Software* ini jika di install menyediakan banyak contoh aplikasi desain yang disertakan sehingga kita bisa belajar dari contoh – contoh yang sudah ada. (sharing for Life.com)

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

A. Rangkain Catu Daya

Rangkaian ini terdiri dari transformator yang berfungsi mengubah tegangan dari AC ke DC. Selain itu terdapat pula regulator yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan. Fungsi lainnya yaitu menurunkan tegangan dari 220 V AC ke 5 V DC. Jadi secara garis besar fungsi rangkaian catu daya adalah untuk

menurunkan tegangan dari 220 VAC ke 5 V DC serta menstabilkan tegangannya.

B. Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian ini menggunakan ATmega 8535 dengan menggunakan IC ATmega 8535 yang digunakan sebagai *minimum system*. Rangkaian ini berfungsi sebagai otak yang mengatur jalannya rangkaian secara keseluruhan.

C. Rangkaian Motor DC

Motor Dc ini digunakan untuk menggerakkan pintu. Gerakan motor DC ini dapat diatur dengan pemberian data pada IC L293D sebagai *driver* motor DC.

D. Rangkaian Sensor

Sensor digunakan untuk memberikan input yang nantinya akan dibaca oleh mikrokontroler. Sensor disini menggunakan sensor PIR yang terdiri dari tiga kaki. Kaki pertama terhubung dengan mikrokontroler, kaki yang kedua terhubung dengan VCC, dan kaki yang ketiga terhubung dengan Ground.

E. Casis (Rangka) dan Pintu

Rangka dan pintu yang digunakan dalam alat ini menggunakan bahan dari akrilik dan aluminium.

3.1.2 Perangkat Lunak (Software)

A. CodeVisionAVR C Compiler

Aplikasi ini digunakan untuk menuliskan program yang akan dibuat yang akan disimpan dalam ekstensi *.c. Kemudian dapat meng – *compile* menjadi ekstensi *.hex. Setelah itu men – *download* – kan file *.hex ke dalam *minimum system* ATmega 8535.

B. Proteus 7 Professional

Aplikasi ini digunakan untuk menggambar rangkaian. Dalam program terdapat beberapa gambar komponen elektronika sehingga memudahkan dalam pembuatan gambar rangkaian.

3.1.3 Alat Pendukung

A. Solder

Alat pendukung yang digunakan untuk memanaskan dan menyambung komponen-komponen elektronika.

B. Multimeter

Digunakan untuk mengecek ukuran komponen-komponen elektronika.

C. Cutter

Alat yang digunakan sebagai pemotong akrilik.

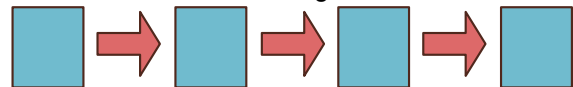
D. Bor

Alat yang digunakan untuk membuat pada rangka.

3.2.1 Perancangan Elektronik

Komponen elektronik dipasang sesuai dengan rangkaian yang digunakan. Kemudian rangkaian tersebut di uji coba dengan menggunakan multimeter, untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut sudah terhubung dengan benar.

Diagram blok dari prototipe pintu otomatis satu arah ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Gambar Diagram Blok

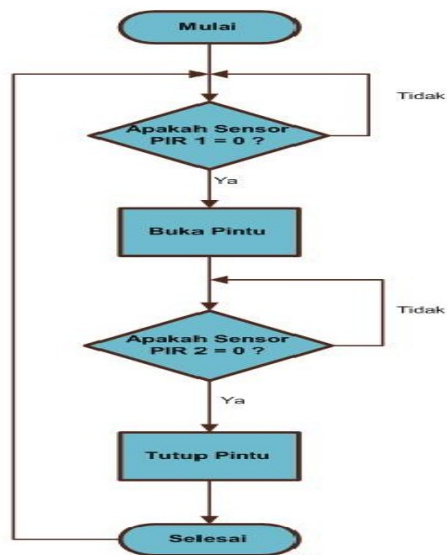
Dalam Gambar 1. adalah berisi prinsip kerja secara keseluruhan dari rangkaian elektronik yang dibuat. Sehingga keseluruhan blok dari alat dapat membentuk suatu sistem yang dapat bekerja atau difungsikan sesuai dengan perancangan.

3.2.2 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik ini diawali dengan pemilihan bahan alas dan rangka pada pintu yang akan digunakan. Bahan tersebut terbuat dari bahan akrilik dan aluminium yang akan dipotong sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan. Kemudian bagian-bagian yang telah dibentuk dirangkai sesuai dengan desain yang telah dibuat.

3.2.3 Pemrograman

Sebelum masuk ke tahapan pemrograman, perlu diperhatikan tentang pembuatan *flowchart* terlebih dahulu. Berikut *flowchart* yang telah dibuat :



Gambar 2. Gambar flowchart

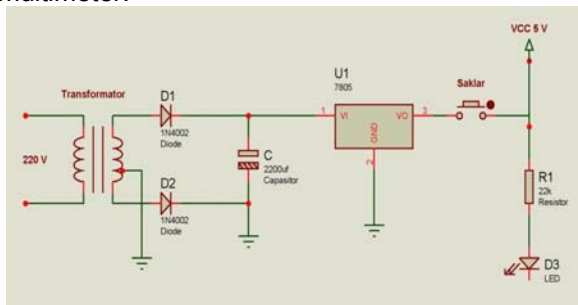
Setelah flowchart dibuat, tahapan selanjutnya adalah menuliskan program. Adapun tahapannya adalah menuliskan program, meng – compile, dan men – download – kan ke dalam mikrokontroler ATmega 8535 dengan menggunakan software CodeVisionAVR C Compiler.

3.3.1 Rancangan Pengujian Rangkaian

1. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya berfungsi untuk mengubah tegangan AC 220V menjadi tegangan DC. IC 7805 merupakan IC yang dirancang khusus sebagai regulator tegangan untuk menghasilkan tegangan keluaran 5 volt yang stabil.

Rangkaian diuji dengan menggunakan multimeter. Skala yang dipakai pada ukuran Voltage, dengan menghubungkan VCC rangkaian dengan kabel positif pada multimeter dan menghubungkan Ground rangkaian dengan kabel negatif pada multimeter.

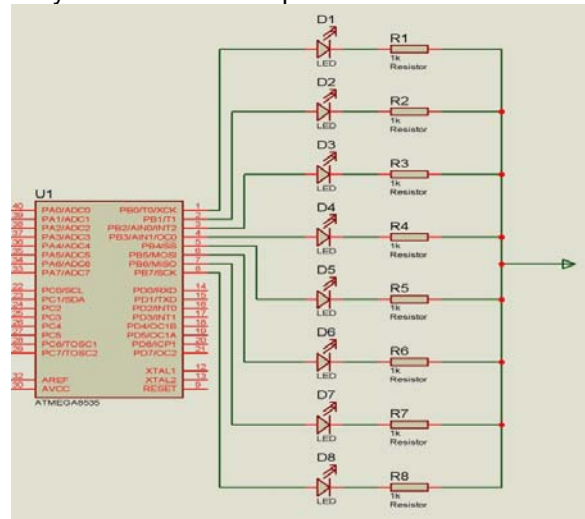


Gambar 3. Rangkaian Catu Daya

2. Rangkaian Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler adalah pada PORTB dihubungkan dengan delapan LED pada kaki katoda. Kaki anoda LED dihubungkan dengan resistor 1 KΩ kemudian dihubungkan ke

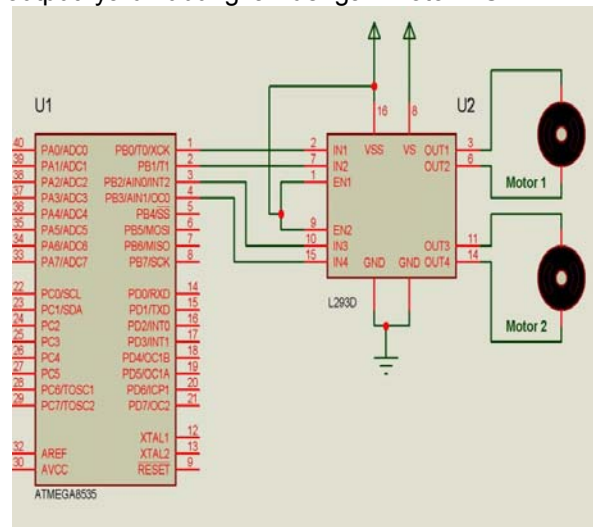
VCC. Dengan memberi program sederhana yaitu menyalakan semua lampu.



Gambar 4. Rangkaian LED

3. Rangkaian Motor DC

Pengujian rangkain motor DC ini dilakukan dengan membuat program sederhana untuk menghidupkan motor. Yaitu dengan memberi input 0 atau 1 pada IC L293D dari mikrokontroler. Jika motor dapat berputar berarti rangkaian ini dapat berfungsi dengan baik. Dalam rangkaian ini input IC L293D dihubungkan dengan PORTB.0, PORTB.1, PORTB.2, PORTB.3 dan outputnya dihubungkan dengan motor DC.



Gambar 5. Gambar Rangkaian Motor DC

4. Sensor

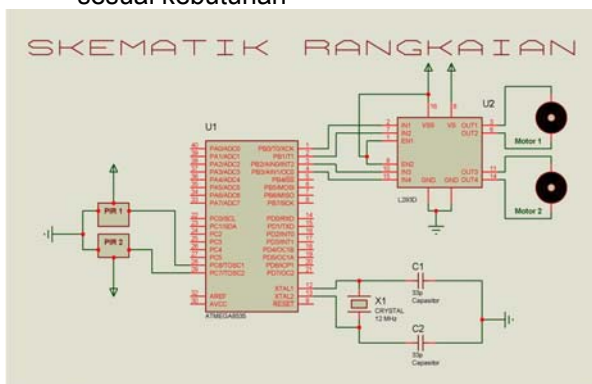
Pengujian sensor ini yaitu kabel positif pada multimeter dihubungkan dengan 'VOut' pada sensor dan kabel negatif dihubungkan dengan Ground. Diuji jika ada suhu tubuh manusia dan terdeteksi oleh sensor maka jarum pada multimeter bergerak dan sebaliknya jika tidak ada suhu tubuh manusia yang terdeteksi

oleh sensor maka jarum pada multimeter tidak bergerak.

3.3.2 Tahap Penyelesaian

Setelah rangkaian alat selesai dibuat, kemudian dilakukan langkah – langkah penyelesaian yaitu :

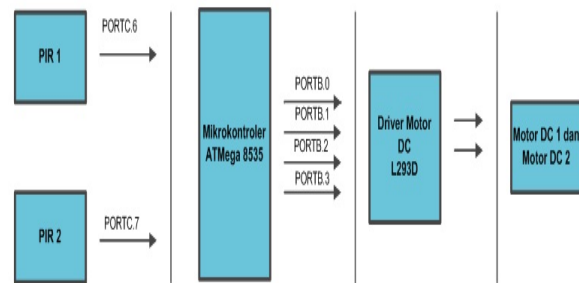
1. Menggabungkan rangkaian – rangkaian yang telah dibuat
2. Menuliskan program kemudian di – *download* – kan ke mikrokontroler ATmega 8535.
3. Melakukan uji coba alat yang telah berisi program secara keseluruhan untuk memastikan bahwa alat telah dapat bekerja sesuai kebutuhan



Gambar 6. Gambar Skema Rangkaian

4.1 Blok Diagram Rangkain

Alat ini terdiri dari tiga rangkaian. Rangkaian yang pertama adalah rangkaian mikrokontroller (*minimum system*) ATmega 8535 yang merupakan otak dari alat ini. Rangkaian mikrokontroller ini berupa rangkaian sistem minimum ATmega 8535. Terdapat juga IC ATmega 8535 yang berfungsi untuk menyimpan program. Rangkaian kedua adalah rangkain PIR. Rangkain ini tidak dibuat sendiri melainkan menggunakan DI - PIR Motion Detector. Rangkaian yang ketiga adalah rangkaian motor DC dengan IC L293D sebagai *driver* motor DC. Rangkaian ini merupakan keluaran dari rangkaian mikrokontroler. Rangkaian ini berisi dua buah motor DC yang berfungsi menggerakkan pintu secara otomatis.



Gambar 7. Blok Diagram Rangkaian

1. Sensor PIR 1 dan sensor PIR 2 mendeteksi suhu tubuh manusia yang akan memberikan input ke mikrokontroler. Salah satu kaki yang terdapat pada PIR di hubungkan ke Port pada mikrokontroler, yaitu PORTC.6 dan PORTC.7
2. Pendeteksian hambatan yang terjadi pada sensor PIR akan dibaca oleh rangkaian mikrokontroler yang nantinya akan disambungkan pada rangkaian *driver* motor DC, yaitu melalui PORTB.0, PORTB.1, PORTB.2, PORTB.3.
3. IC L293D sebagai *driver* motor DC memberi masukan ke motor DC sehingga motor DC dapat berputar.

4.2.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Catu daya berfungsi untuk mengubah tegangan AC 220V menjadi tegangan DC. IC 7805 merupakan IC yang dirancang khusus sebagai regulator tegangan. Masukan tegangan DC yang bervariasi maka akan didapatkan tegangan 5V yang stabil.

Sesuai gambar 4 maka didapatkan hasil pengujian seperti tabel di bawah ini.

Tabel 1. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Percobaan	Voltage
1	5 Volt
2	5 Volt
3	5 Volt

Jarum pada multimeter bergerak dan menunjukkan tegangan yaitu yang digunakan adalah 5V, maka rangkaian catu daya tersebut telah siap dipakai.

4.2.2 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian ini merupakan otak dari seluruh rangkaian. Semua rangkaian yang ada dikendalikan input outputnya oleh rangkaian mikrokontroler ini. Mini sistem digunakan IC ATmega 8535 dengan alasan program bisa

dihapus secara berulang – ulang. Sesuai pengujian seperti pada gambar 5 didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini

Tabel 2. Hasil Pengujian Mikrokontroler

Lampu ke	Hasil
1	Hidup
2	Hidup
3	Hidup
4	Hidup
5	Hidup
6	Hidup
7	Hidup
8	Hidup

Dengan melihat hasil pada tabel diatas, mikrokontroler telah sesuai dengan program yang dibuat maka mikrokontroler siap digunakan.

Setelah itu kemudian dibuat sesuai kebutuhan untuk pintu otomatis satu arah. Port – port yang digunakan adalah :

1. PORTC.6 dihubungkan ke sensor PIR 1 dan PORTC.7 dihubungkan ke sensor PIR 2
2. PORTB.0, PORTB.1, PORTB.2, PORTB.3 dihubungkan ke IC L293D

4.2.3 Pengujian Rangkain Motor DC

Rangkaian ini terdapat sebuah IC L293D sebagai *driver* motor DC dan dua buah motor DC yang berfungsi menggerakkan pintu otomatis. Dengan melakukan percobaan sesuai gambar 6 yaitu dengan memberi input 0 atau 1 pada IC L293D didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini.

Tabel 3. Percobaan Motor DC

Input dari mikrokontroler (heksa)	Motor 1	Motor 2
0x0A	Kiri	Kiri
0x05	Kanan	Kanan
0x06	Kiri	Kanan
0x09	Kanan	Kiri

Dengan melihat hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa rangkaian motor DC dapat berfungsi dan siap digunakan.

4.2.4 Pengujian Sensor

Sensor yang digunakan dalam rangkaian pintu otomatis satu arah ini menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*). Setelah dilakukan pengujian dengan cara seperti yang telah dijelaskan pada Bab III didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Percobaan PIR

Keadaan normal (Volt)	Setelah mendeteksi (Volt)
-------------------------	-----------------------------

4,95	0,09
4,90	0,09
4,95	0,09

Dari hasil di atas maka sensor PIR dapat berfungsi dan siap untuk digunakan.

Sensor PIR dalam rangkaian pintu otomatis satu arah ini berfungsi sebagai input. Sensor ini mempunyai tiga kaki. Kaki yang pertama terhubung dengan mikrokontroler, kaki kedua terhubung dengan VCC , dan kaki yang ketiga terhubung dengan Ground. Rangkaian pintu ini menggunakan dua buah sensor PIR yang mana sensor PIR 1 terhubung ke PORTC.6 dan sensor PIR 2 terhubung ke PORTC.7 dalam mikrokontroler.

4.3 Pemrograman Alat

Proses pemrograman dilakukan setelah hardware selesai dibuat. Seluruh hardware tersebut diuji apakah sudah sesuai dan tidak ada kesalahan dalam perangkainnya. Kemudian program dimasukkan ke dalam mikrokontroler ATmega 8535 dan alat dapat menampilkan hasilnya, maka alat dalam keadaan baik.

Untuk men – *download* program ke mikrokontroler ATmega 8535 digunakan software CodeVisionAVR C Compiler. Downloader di hubungkan ke komputer atau laptop melalui port USB.

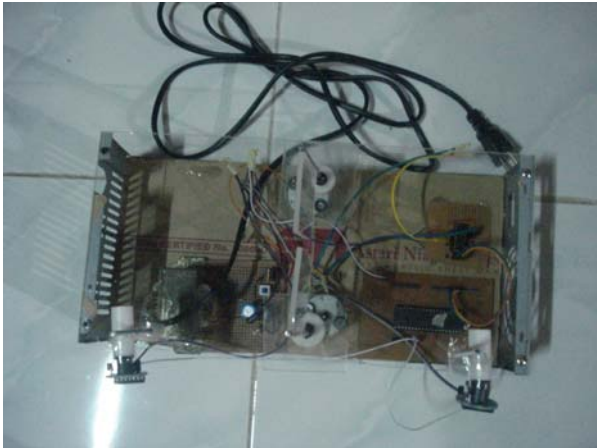
4.4 Hasil Pengujian

Alat ini dirancang menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dengan modul DI – PIR Motion Detector sebagai pendeteksi suhu tubuh pada pintu otomatis satu arah. Untuk menggerakkan motor digunakan IC L293D sebagai *driver*. IC ini berfungsi untuk mengendalikan putaran motor DC agar dapat membuka dan menutup pintu. Mikrokontroler ATmega 8535 digunakan sebagai otak dari alat ini. Rangkaian tersebut dihubungkan dengan catu daya 5 V.

Kondisi pertama adalah kedua PIR yaitu PIR 1 dan PIR 2 dalam keadaan normal dan pintu dalam keadaan tertutup. Setelah PIR 1 mendeteksi suhu tubuh manusia maka LED indikator pada PIR 1 akan menyala dan 'Vout' akan berlogika '0'. 'Vout' yang terhubung dengan PORTC.6 akan memberi perintah pada mikrokontroler yang kemudian diteruskan ke IC L293D untuk menggerakkan motor DC yang berakibat pintu dapat terbuka secara otomatis.

Kondisi kedua adalah setelah pintu terbuka maka sensor PIR 2 yang masih dalam keadaan normal akan mendeteksi suhu tubuh manusia maka LED indikator pada PIR 2 akan menyala dan 'Vout' akan berlogika '0'. 'Vout' yang

terhubung dengan PORTC.7 akan memberi perintah pada mikrokontroler yang kemudian diteruskan ke IC L293D untuk menggerakkan motor DC yang berakibat pintu dapat tertutup kembali secara otomatis.



Gambar 8. Pintu Tampak Atas



Gambar 9. Pintu Tampak Samping

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap alat dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Telah dibuat prototipe pintu otomatis satu arah berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan double IR.
2. Prototipe pintu otomatis hanya berlaku untuk satu arah saja.
3. Pintu dapat terbuka setelah sensor pertama aktif kemudian bisa tertutup kembali setelah sensor kedua aktif.

5.2 Saran

Untuk penyempurnaan lebih lanjut maka beberapa saran perlu ditambahkan antara lain :

1. Karena masih merupakan prototipe, diharapkan bisa diaplikasikan pada pintu yang sebenarnya.

2. Untuk membuat pintu yang sebenarnya, mekanik pintu dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan.
3. Memperkecil arah dan jangkauan sensor PIR.

6. Pustaka

- [1] **Yuni Jatmiko, Nugroho Agung Prabowo**, *Aplikasi Penjadwalan Lonceng Elektronis Berbasis Kendali Komputer*, Indonesian Jurnal on Computer Science - Speed 9 Volume 7 No 2 – Agustus 2010, ISSN 1979 – 9330
- [2] **Bambang Eka Purnama**, *Pemanfaatan Global Positioning System Untuk Pelacakan Objek Bergerak*, Indonesian Jurnal on Computer Science - Speed 10 Vol 8 No 1 – Februari 2011, ISSN 1979 – 9330
- [3] **Bambang Eka Purnama (2006)**, *Perancangan Sistem Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Pengendali Komputer Jarak Jauh Menggunakan Sinar Infra Merah*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), UII Yogyakarta
- [4] **Eko Waskito, Ramadian Agus Triyono (2013)**, *Miniatir Otomatisasi Bel Listrik Dan Pintu Gerbang Sekolah Menggunakan Mikrokontroler Atmega81*, Indonesian Jurnal on Computer Science - Speed (IJCSS) 15 FTI UNSA Vol 10 No 1 – Februari 2012 - ijcss.unsa.ac.id, ISSN : 1979-9330
- [5] Averroes, Fitra Luthfie. 2009. *Tugas Akhir: Rancang Bangun Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Diploma III Ilmu Komputer Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- [6] Heryanto, Ary dan Wisnu, Adi. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*. Yogyakarta: Andi Offset
- [7] Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset